

# **KAPASITAS LENTUR KOLOM BETON BERTULANGAN BAMBU WULUNG POLOS**

*(Flexural Capacity of Reinforced Concrete Columns With  
Plain Wulung Bamboo)*

## **SKRIPSI**

Disusun sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta



**Disusun Oleh :**

**M. NANANG SYAIFUN NAHAR**  
**NIM. I 0109054**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2013**

*commit to user*

## HALAMAN PERSETUJUAN

### KAPASITAS LENTUR KOLOM BETON BERTULANGAN BAMBU WULUNG POLOS

*(Flexural Capacity of Reinforced Concrete Columns With  
Plain Wulung Bamboo)*

#### SKRIPSI

Disusun sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta



Disusun Oleh :

**M. NANANG SYAIFUN NAHAR**  
**NIM. I 0109054**

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendaran  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan :

Dosen Pembimbing I

**Agus Setiwa Budi, ST, MT**  
**NIP. 19700909 199802 1 001**

Dosen Pembimbing II

**Ir. Bambang Santosa, MT**  
**NIP. 19590823 198601 1 001**

HALAMAN PENGESAHAN

KAPASITAS LENTUR KOLOM BETON BERTULANGAN  
BAMBU WULUNG POLOS

*(Flexural Capacity of Reinforced Concrete Columns With  
Plain Wulung Bamboo)*

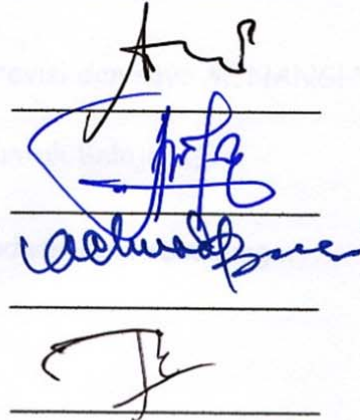
SKRIPSI

Disusun Oleh :

**M. NANANG SYAIFUN NAHAR**  
**NIM. 1 0109054**

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada hari Selasa, 3 Desember 2013 :

1. Agus Setiya Budi, ST, MT  
NIP. 19700909 199802 1 001
2. Ir. Bambang Santosa, MT  
NIP. 19590823 198601 1 001
3. Achmad Basuki, ST, MT  
NIP. 19710901 199702 1 001
4. Ir. Antonius Mediyanto, MT  
NIP. 19620118 199512 1 001





Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik sipil  
Fakultas Teknik UNS

**Ir. Bambang Santosa, MT**  
NIP 19590823 198601 1 001



## MOTTO

[perpustakaan.uns.ac.id](http://perpustakaan.uns.ac.id)

[digilib.uns.ac.id](http://digilib.uns.ac.id)

Bekerjalah untuk duniamu seakan-akan kamu hidup selamanya dan  
beramallah untuk akhiratmu seakan-akan esok kau akan tiada.

Bernafas untuk hidup, Belajar untuk mengerti, Menulis untuk memaknai,  
Tidaklah ada sesuatu hal dilakukan tanpa ada tujuan,  
Dengan apa yang akan menjadi tujuan maka tempatkanlah hal tersebut  
sesuai dengan tempatnya.

"Tiada doa yg lebih indah selain doa agar skripsi ini cepat selesai"

"Kubaca makna, kuikat dalam alinea, kubingkai dalam bab sejumlah lima,  
jadilah mahakarya, gelar sarjana kuterima, orangtua pun bahagia"

"Saya datang, saya belajar, saya ujian, saya revisi dan saya MENANG! "

Belajarliah untuk hidup,hiduplah untuk Belajar ..

Tuhan menciptakan semua hal dalam keadaan yang seimbang ..

## PERSEMBAHAN

perpustakaan.uns.ac.id

digilib.uns.ac.id

*Besar rasa syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT pemilik dunia  
dan seisinya, atas terselesaikannya skripsi ini*

*Skripsi ini dipersembahkan untuk:*

*Ibu yang telah melahirkan ku. Ibu, yang membesarkanku dengan segenap kasih  
sayangnya, yang tak pernah habis untuk anakmu ini. Dan ayahku yang telah  
mengajari ku tentang kehidupan, selalu mendidikku menjadi pribadi yang lebih baik  
dari diri beliau sendiri.*

*Terima kasih atas bimbingan dan dukungan baik berupa do'a, semangat dan  
dukungan materi yang telah diberikan.*

*Semoga Allah memberikan kesempatan bagi ayah ibu tercinta untuk tersenyum  
bangga melihat pencapaian yang telah saya raih.*

*Do'a umur yang panjang dan kesehatan selalu kupanjatkan teruntuk ayah dan ibu.*

*Elsa Ainus Syifa, saudara perempuanku*

*Terima kasih telah memberikan motivasi dan semangat belajar yang tinggi. Insya  
Alloh akan kutularkan semangat dan hasil belajarku untukmu.*

*Keluarga besar tercinta, Kakek, Nenek, Keponakan, Tante dan Paman  
Terima kasih telah memberi do'a, dukungan serta semangat.*

*Pak Agus Setiya Budi, Pak Bambang Santosa, dan Pak Agus Supriyadi  
Terima kasih atas bimbingan serta bantuanya selama ini. Segala ilmu yang saya  
dapatkan dari bapak akan saya gunakan sebaik mungkin*

*Tika Retno, Mas Fachri, Mas Seli, Mas Budi, dan Mas Risal, tim kolom bambu  
Terima kasih kerja samanya dalam menyelesaikan skripsi ini, dan selalu  
mengingatkan bahwa perjuangan kita belum selesai sampai disini.  
Semoga kesuksesan akan selalu menyertai kita.*

*Teman<sup>2</sup> Kongek Family, Teman<sup>2</sup> sipil angkatan 2009, Teman<sup>2</sup> kos Barack Blitar,*

*Dita Yessica, serta Ratna Wilis*

[perpustakaan.uns.ac.id](http://perpustakaan.uns.ac.id)

*Terima kasih bantuannya, terima kasih do'anya, serta dukungannya*

[digilib.uns.ac.id](http://digilib.uns.ac.id)

*Semoga silaturahmi kita selalu terjalin walaupun nanti jarak memisahkan*

*Kota Solo beserta budayanya yang memberi banyak pengalaman serta menjadi saksi  
cerita hidupku*

**"Almamaterku", Universitas Sebelas Maret Surakarta.**



## ABSTRAK

perpustakaan.uns.ac.id

**M. Nanang Syaifun Nahar 2013. "KAPASITAS LENTUR KOLOM BETON BERTULANG BAMBU WULUNG POLOS".** Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

digilib.uns.ac.id

Baja Tulangan sering dipakai dalam berbagai pembangunan. Permintaan pasar yang sangat tinggi berpengaruh terhadap ketersediaan unsur bahan mentah bijih besi sebagai bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui. Bambu sebagai alternatif pengganti tulangan baja untuk rumah sederhana mempunyai kuat tarik cukup tinggi yang mendekati kekuatan baja. Bambu yang dipergunakan sebagai pengganti kolom tulangan baja adalah bambu Wulung polos. Sifat mekanik kolom beton yang diamati diantaranya adalah kapasitas beban, lendutan, kuat tekan, serta pola retak.

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan benda uji berupa kolom dengan pembebanan eksentris yang berukuran 150 mm x 150 mm dengan tinggi 1500 mm. Benda uji kolom sebanyak 7 buah, dimana 3 buah kolom dengan tulangan bambu, 2 buah dengan tulangan baja, dan 2 buah tanpa menggunakan tulangan. Pengujian kapasitas lentur kolom dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari.

Analisis kolom dengan tulangan baja mempunyai momen sebesar 517,69 ton mm. Kapasitas lentur hasil pengujian benda uji kolom tulangan baja mempunyai momen sebesar 257,89 ton mm. Hasil analisis kolom dengan tulangan bambu Wulung polos adalah 543,9 ton mm. Momen hasil pengujian kolom tulangan bambu di laboratorium adalah 134,08 ton mm. Beban maksimum ( $P_{maks}$ ) yang mampu ditahan oleh kolom beton dengan tulangan bambu Wulung polos sebesar 1300 kg, sedangkan kolom beton dengan tulangan baja sebesar 4700 kg dan kolom tanpa tulangan sebesar 1150 kg. Hasil pembebanan memperlihatkan bahwa kolom tulangan bambu Wulung mempunyai kontribusi lebih pada kelekatan beton yang runtuh jika dibandingkan dengan kolom tanpa tulangan.

kata kunci : Kapasitas lentur, tulangan bambu Wulung polos, beban maksimum, baja tulangan.

## ABSTRAK

perpustakaan.uns.ac.id

**M. Nanang Syaifun Nahar 2013. "KAPASITAS LENTUR KOLOM BETON BERTULANG BAMBU WULUNG POLOS".** Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

digilib.uns.ac.id

Reinforcing steel is often used in a variety of development. Market demand is very high influence on the availability of raw materials as iron ore mining materials that can not be renewable. Bamboo as an alternative to reinforcement steel for simple buildings have high tensile force approaching of steel. Bamboo that used to substitute for steel reinforcement column is plain Wulung bamboo. Mechanical disposition of concrete columns were observed such as load capacity, deflection, compressive strength, and the crack pattern.

The method used in this study is an experimental to test specimens in the form of a column with eccentric load measuring 150 mm x 150 mm with a height of 1500 mm. Column specimens of 7 pieces, 3 pieces with plain Wulung bamboo, 2 pieces with steel reinforcement, and 2 pieces without use of reinforcement. Flexural capacity of the column testing performed on specimens at 28 days old.

Analytical columns with steel reinforcement has moments of 517,69 ton mm. Flexural capacity of the column specimen test results of reinforcing steel has a moment 257,89 ton mm. Column analysis results with plain Wulung bamboo is 543,9 ton mm. Moment of bamboo reinforcement column test results in the laboratory is 134,08 ton mm. Maximum load (Pmaks) capable of being held by bamboo reinforced concrete column with plain Wulung is 1300 kg, while the concrete column with steel reinforcement is 4700 kg and 1150 kg of unreinforced. The results showed that the column with Wulung bamboo has contributed more to the crumbling concrete viscosity when compared with unreinforced column.

Keywords : Flexural capacity, plain Wulung bamboo reinforcement, maximum load, the steel reinforcement.



## KATA PENGANTAR

[perpustakaan.uns.ac.id](http://perpustakaan.uns.ac.id)

[digilib.uns.ac.id](http://digilib.uns.ac.id)

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir /skripsi yang berjudul “ **Kapasitas Lentur Kolom Beton Bertulangan Bambu Wulung Polos**”, sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian skripsi dan penyusunan laporan ini. Penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta semua staf dan karyawan.
2. Pimpinan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta semua staf dan karyawan.
3. Yang terhormat Bapak Agus Setiya Budi, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I.
4. Yang terhormat Bapak Ir. Bambang Santosa, MT selaku Dosen Pembimbing II.
5. Yang terhormat Bapak Ir. Agus Supriyadi, MT selaku Dosen Pembimbing Akademis.
6. Tim Penguji Pendaratan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
7. Semua staff Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
8. Rekan-rekan satu kelompok yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun selalu penyusun harapkan. Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi penyusun pada khususnya dan semua pihak pada umumnya.

Surakarta, Desember 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PESEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR NOTASI.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
 <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
 <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Serat Bambu .....	6
2.2.2. Beton Normal .....	15
2.2.3. Material Penyusun Beton .....	17
2.2.3.1. Semen Portland .....	17
2.2.3.2. Agregat.....	19
2.2.3.3. Air .....	20
2.2.4. Kolom.....	21

2.2.4.1. Pengertian Kolom .....	21
2.2.4.2. Jenis-jenis Kolom.....	22
2.2.4.3. Anggapan dalam Analisis .....	23
2.2.4.4. Kolom Pendek dengan Beban Sentris.....	25
2.2.4.5. Kolom Pendek dengan Beban Eksentris .....	26
2.2.4.6. Ragam Keruntuhan Kolom .....	29

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

3.1. Uraian Umum .....	33
3.2. Tempat Penelitian .....	33
3.3. Benda uji Penelitian.....	34
3.4. Setup Alat Uji Desain dan Eksperimental .....	35
3.5. Alat dan Bahan Pengujian .....	37
3.5.1. Alat Pengujian.....	37
3.5.2. Bahan Pengujian .....	44
3.6. Tahap dan Alur Penelitian .....	46
3.7. Standar Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar .....	50
3.7.1. Standar Pengujian terhadap Agregat Halus.....	50
3.7.2. Standar Pengujian terhadap Agregat Kasar.....	51
3.7.3. Standar Penelitian untuk Tes Beton.....	51
3.8. Pengujian Bahan Dasar Beton.....	52
3.8.1. Pengujian Agregat Halus.....	52
3.8.1.1. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	52
3.8.1.2. Pengujian Kadar Zat Organik Agregat Halus.....	52
3.8.1.3. Pengujian <i>Spesific Gravity</i> .....	53
3.8.1.4. Pengujian Gradasi Agregat Halus.....	54
3.8.2. Pengujian Agregat Kasr.....	55
3.8.2.1. Pengujian <i>Spesific Gravity</i> .....	55
3.8.2.2. Pengujian Gradasi.....	55
3.9. Pengujian Kuat Tarik Baja.....	55
3.10. Pengujian Karakteristik Bambu Wulung.....	56
3.11. Perencanaan Campuran Beton.....	58

3.12.	Pembuatan Benda Uji.....	59
3.13.	Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	60
3.14.	Perawatan Benda Uji.....	61
3.15.	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	62
3.16.	Pengujian Kapasitas Lentur Kolom.....	63

#### **BAB 4. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1.	Hasil Analisis Pengujian Bahan.....	64
4.1.1	Hasil Pengujian Agregat Halus.....	64
4.1.2.	Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	66
4.1.3.	Hasil Uji Pendahuluan Bambu.....	68
4.2.	Rencana Campuran Adukan Beton.....	69
4.3.	Hasil Pengujian <i>Slump</i> .....	70
4.4.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	70
4.5.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan dan Bambu Wulung Polos.....	71
4.6.	Pengujian Kapasitas Lentur Kolom Beton Bertulang.....	72
4.7.	Pembahasan.....	83
4.7.1.	Kuat Tarik Tulangan.....	83
4.7.2.	Kapasitas Lentur Kolom Beton Bertulang Baja, Bambu Wulung, dan Tanpa Tulangan.....	83
4.7.3.	Pola Retak Kolom Beton Bertulang.....	84

#### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1.	Kesimpulan.....	89
5.2.	Saran.....	90

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	91
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	94
-----------------------	----



DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

perpustakaan.uns.ac.id

digilib.uns.ac.id

%	= Persentase
$\pi$	= Phi (3,14285)
ASTM	= <i>American Society for Testing and Material</i>
A	= Luas permukaan benda uji tertekan
cm	= Centimeter
$f_c'$	= Kuat tekan beton
$f_y$	= Tegangan leleh baja
gr	= Gram
kN	= Kilo Newton
kg	= Kilogram
lt	= Liter
mm	= Milimeter
ton mm	= Ton Milimeter
MPa	= Mega Pascal
P	= Beban tekan
I	= Bentang bebas
b	= Lebar benda uji
h	= Tebal benda uji
$\sigma$ maks	= Kuat tarik pada batas maksimum
$E_c$	= Modulus elastisitas beton
$E_s$	= Modulus elastisitas tulangan
$W_c$	= Berat volume beton
CTM	= <i>Compression Testing Machine</i>
UTM	= <i>Universal Testing Machine</i>
$P_o$	= Kuat beban aksial nominal
$A_s$	= Luas tulangan daerah tarik
$A_s'$	= Luas tulangan daerah tekan
e	= Eksentrisitas
$d'$	= Selimut efektif tulangan tekan
d	= Selimut efektif tulangan tarik

$G_0$	= Berat awal pasir 100
$G_1$	= Berat pasir akhir
a	= Berat pasir kering oven
b	= Berat volumetrik flask berisi air
c	= Berat volumetrik flask berisi air dan pasir
d	= Prosentase komulatif berat pasir yang tertinggal selain dalam pan
e	= Prosentase berat pasir tertinggal
SNI	= Standar Nasional Indonesia
KB 1	= Kolom beton bertulangan baja 1
KB 2	= Kolom beton bertulangan baja 2
WP 1	= Kolom beton bertulangan bambu Wulung polos 1
WP 2	= Kolom beton bertulangan bambu Wulung polos 2
WP 3	= Kolom beton bertulangan bambu Wulung polos 3
KTT 1	= Kolom beton tanpa tulangan 1
KTT 2	= Kolom beton tanpa tulangan 2



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b>	Tegangan Tarik Bambu Kering Oven .....	13
<b>Tabel 2.2.</b>	Tegangan Tarik Bambu Tanpa Nodia Kering Oven.....	13
<b>Tabel 2.3.</b>	Kuat Batas dan Tegangan Ijin Bambu.....	14
<b>Tabel 2.4.</b>	Susunan Unsur Semen Portland .....	18
<b>Tabel 2.5.</b>	Jenis-jenis Semen Portland .....	18
<b>Tabel 2.6.</b>	Persyaratan Gradasi Agregat Halus .....	19
<b>Tabel 2.7.</b>	Persyaratan Gradasi Agregat Kasar.....	20
<b>Tabel 3.1.</b>	Jumlah Sampel Uji Kapasitas Lentur Kolom .....	35
<b>Tabel 3.2.</b>	Pengaruh Kadar Zat Organik Terhadap Penurunan Kekuatan Beton.....	53
<b>Tabel 3.3.</b>	Syarat Prosentase Berat Lolos Saringan Standar ASTM.....	54
<b>Tabel 4.1.</b>	Hasil Pengujian Agregat Halus .....	64
<b>Tabel 4.2.</b>	Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus .....	65
<b>Tabel 4.3.</b>	Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	66
<b>Tabel 4.4.</b>	Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar.....	67
<b>Tabel 4.5.</b>	Hasil Pengujian Kadar Air dan Kerapatan .....	68
<b>Tabel 4.6.</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Sejajar Serat .....	68
<b>Tabel 4.7.</b>	Hasil Pengujian Kuat Tarik Sejajar Serat.....	68
<b>Tabel 4.8.</b>	Hasil Pengujian Kuat Geser Sejajar Serat .....	69
<b>Tabel 4.9.</b>	Hasil Pengujian MOR .....	69
<b>Tabel 4.10.</b>	Hasil Pengujian MOE.....	69
<b>Tabel 4.11.</b>	Kebutuhan Bahan Untuk Benda Uji Kuat Lentur Beton Bertulang..	70
<b>Tabel 4.12.</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	71
<b>Tabel 4.13.</b>	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	72
<b>Tabel 4.14.</b>	Hasil pengujian Kuat Tarik Bambu.....	72
<b>Tabel 4.15.</b>	Hasil pengujian Kuat Lentur Kolom Beton Dengan Tulangan Baja.	73
<b>Tabel 4.16.</b>	Hasil pengujian Kuat Lentur Kolom Beton Dengan Tulangan Bambu Wulung Polos .....	73
<b>Tabel 4.17.</b>	Beban dan Lendutan pada Saat Retak Pertama .....	73
<b>Tabel 4.18.</b>	Beban dan Lendutan pada Pembebanan Maksimum.....	74
<b>Tabel 4.19.</b>	Gaya Aksial dan Lendutan Hasil Pengujian Pada Kolom	

Bertulangan Baja .....	80
<b>Tabel 4.20.</b> Gaya Aksial dan Lendutan Hasil Pengujian Pada Kolom Tanpa Tulangan.....	81
<b>Tabel 4.21.</b> Gaya Aksial dan Lendutan Hasil Pengujian Pada Kolom Bambu Wulung Polos.....	81
<b>Tabel 4.22.</b> Perbandingan Momen Hasil Pengujian dan Analisis pada Kolom Normal dan Kolom Bambu .....	82
<b>Tabel 4.23.</b> Rekapitulasi Kapasitas Momen Lentur Kolom Beton Bertulangan Besi, Bambu Wulung, dan Tanpa Tulangan .....	82





DAFTAR GAMBAR

**Gambar 2.1.** Diagram tegangan-regangan bambu dan baja  
(Sumber: Morisco, 1999)..... 12

**Gambar 2.2.** Pengambilan spesimen bambu (Sumber: Morisco, 1999)..... 12

**Gambar 2.3.** Distribusi tegangan dan regangan pada penampang balok beton 23

**Gambar 2.4.** Tegangan dan regangan pada kolom dengan beban sentris ..... 25

**Gambar 2.5.** Tegangan dan regangan pada kolom dengan beban eksentris .... 27

**Gambar 3.1.** Benda Uji Silinder..... 34

**Gambar 3.2.** Benda Uji Kolom Struktur ..... 34

**Gambar 3.3.** Setting Pengujian Kapasitas Lentur Kolom ..... 36

**Gambar 3.4..** Timbangan Neraca..... 37

**Gambar 3.5.** Timbangan *Bascule* ..... 37

**Gambar 3.6.** Ayakan..... 38

**Gambar 3.7.** Mesin Penggetar Ayakan..... 38

**Gambar 3.8.** Oven ..... 39

**Gambar 3.9.** Corong Konik..... 39

**Gambar 3.10.** Mesin *Los Angeles*..... 40

**Gambar 3.11.** Kerucut *Abrams*..... 40

**Gambar 3.12.** Cetakan benda uji silinder..... 41

**Gambar 3.13.** *Concrete Mixer*..... 41

**Gambar 3.14.** *Universal Testing Machine* (UTM)..... 42

**Gambar 3.15.** *Compression Testing Machine* (CTM) ..... 42

**Gambar 3.16.** *Loading Frame* ..... 43

**Gambar 3.17.** *Dial Gauge*..... 43

**Gambar 3.18.** Semen..... 44

**Gambar 3.19.** Pasir dan Kerikil ..... 45

**Gambar 3.20.** Detail Tulangan Bambu ..... 45

**Gambar 3.21.** Bagan Alir Tahap-Tahap Penelitian..... 48

**Gambar 3.22.** Bagan Alir Tahap-Tahap Penelitian (lanjutan) ..... 49

**Gambar 3.23.** Benda Uji Kuat Tarik Bambu Sejajar Serat ..... 56

**Gambar 3.24.** Benda Uji Kadar Air Serta Kerapatan..... 57

<b>Gambar 3.25.</b> Benda Uji Kuat Lentur Bambu .....	57
<b>Gambar 3.26.</b> Benda Uji Kuat Geser Sejajar Serat Bambu .....	58
<b>Gambar 3.27.</b> Benda Uji Kuat Tekan Sejajar Serat Bambu.....	58
<b>Gambar 3.28.</b> Perakitan Tulangan.....	59
<b>Gambar 3.29.</b> Pembuatan Bekisting.....	60
<b>Gambar 3.30.</b> Proses <i>Mixing</i> Campuran Beton.....	60
<b>Gambar 3.31.</b> Pengujian <i>Slump</i> .....	61
<b>Gambar 3.32.</b> Perawatan Benda Uji Kolom .....	62
<b>Gambar 3.33.</b> Pengujian Benda Uji Kolom .....	63
<b>Gambar 4.1.</b> Grafik Gradasi Agregat Halus.....	65
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik Gradasi Agregat Kasar.....	67
<b>Gambar 4.3.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Antara Kolom Bertulangan Baja dan Bambu Wulung pada <i>Dial Gauge 1</i> .....	75
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Antara Kolom Bertulangan Baja dan Bambu Wulung pada <i>Dial Gauge 2</i> .....	75
<b>Gambar 4.5.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Antara Kolom Bertulangan Baja dan Bambu Wulung pada <i>Dial Gauge 3</i> .....	76
<b>Gambar 4.6.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan antara Kolom Bambu Wulung 1, 2, dan 3 pada <i>dial gauge 1</i> (atas).....	76
<b>Gambar 4.7.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Kolom Bertulangan Baja 1.....	77
<b>Gambar 4.8.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Kolom Bertulangan Baja 2.....	77
<b>Gambar 4.9.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Kolom Tanpa Tulangan 1.....	78
<b>Gambar 4.10.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Kolom Tanpa Tulangan 2.....	78
<b>Gambar 4.11.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Kolom Bertulangan Bambu Wulung 1.....	79
<b>Gambar 4.12.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Kolom Bertulangan Bambu Wulung 2.....	79

<b>Gambar 4.13.</b> Grafik Perbandingan Hubungan Beban dan Lendutan Kolom Bertulangan Bambu Wulung 3 .....	80
<b>Gambar 4.14.</b> Pola retak kolom beton tulangan baja 1 .....	85
<b>Gambar 4.15.</b> Pola retak kolom beton tulangan baja 2.....	85
<b>Gambar 4.16.</b> Pola retak kolom beton tanpa tulangan 1 .....	86
<b>Gambar 4.17.</b> Pola retak kolom beton tanpa tulangan 2.....	86
<b>Gambar 4.18.</b> Pola retak kolom beton tulangan bambu Wulung polos 1 .....	87
<b>Gambar 4.19.</b> Pola retak kolom beton tulangan bambu Wulung polos 2.....	87
<b>Gambar 4.13.</b> Pola retak kolom beton tulangan bambu Wulung polos 3 .....	88



## DAFTAR LAMPIRAN

[perpustakaan.uns.ac.id](http://perpustakaan.uns.ac.id)

[digilib.uns.ac.id](http://digilib.uns.ac.id)

- Lampiran A.** Pengujian Pendahuluan Bambu
- Lampiran B.** Penrencanaan Adukan Beton (*Mix Design*)
- Lampiran C.** Pemeriksaan Agregat Halus
- Lampiran D.** Pemeriksaan Agregat Kasar
- Lampiran E.** Analisis Kolom
- Lampiran F.** Data Pengujian Lendutan Kuat Lentur
- Lampiran G.** Dokumentasi Penelitian
- Lampiran H.** Kelengkapan Surat-surat Administrasi

